Ueber

quantitative und qualitative

Bestimmung des Traubenzuckers

im Harn

vermittelst

optischer Apparate.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt

der hohen medizinischen Facultät

zu Erlangen

am 30. Juli 1886

von

Wilhelm Oelgart

aus Braunschweig.

ERLANGEN.

Druck der Universitäts-Buchdruckerei von Junge & Sohn.

1887.

Ueber

quantitative und qualitative

Bestimmung des Traubenzuckers

im Harn

vermittelst

optischer Apparate.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt

der hohen medizinischen Facultät

zu Erlangen

am 30. Juli 1886

von

Wilhelm Oelgart

aus Braunschweig.

ERLANGEN.

Druck der Universitäts-Buchdruckerei von Junge & Sohn.

1887.

Gedruckt mit Genehmigung der med. Facultät.

Referent: Prof. Dr. Rosenthal.

Ueber quantitative und qualitative Bestimmung des Traubenzuckers im Harn vermittelst optischer Apparate.

Die folgenden Untersuchungen sind auf Anregung und mit freundlicher Unterstützung des Herrn Professor Dr. Fleischer im Laboratorium der medizinischen Klinik zu Erlangen angestellt worden.

Die vielfachen zum Nachweis des Zuckers im Harn angegebenen und von den Praktikern zum Theil auch benutzten Methoden zur quantitativen und qualitativen Bestimmung des Zuckers im menschlichen Harn beruhen entweder auf der Eigenschaft desselben, bestimmten sauerstoffhaltigen Verbindungen in alkalischer Lösung den Sauerstoff zu entziehen (Reduktionsproben), oder auf der Zersetzung des Traubenzuckers in Alkohol und Kohlensäure durch Hefe oder schliesslich auf dem optischen Verhalten des Traubenzuckers. Derselbe gehört nämlich zu den aktiv wirksamen Substanzen, welche den polarisirten Lichtstrahl nach rechts drehen und ist derselbe deswegen auch vielfach als Dextrin oder Dextrose bezeichnet worden. Die Reduktionsproben geben bekanntlich nicht vollständig zuverlässige Resultate, weil neben dem Zucker auch noch andere reducirende Substanzen im Harne vorkommen können.

Ebensowenig dürfte es kaum möglich sein, die Gährungsproben, welche ja zum qualitativen Nachweis sich ausserordentlich gut eignen, da sie nicht nur scharf, sondern auch eindeutig sind, zur quantitativen Bestimmung zu benützen, weil bei einem grösseren Gehalt des Harns an Zucker die gebildeten Mengen Alkohol schliesslich so bedeutende werden, dass dadurch die Wirksamkeit der Hefe und damit die endgültige Zersetzung des Zuckers verhindert wird. Dagegen verdient die Bestimmung des Zuckers nicht nur in qualitativer, sondern auch in quantitativer Beziehung durch die optischen Apparate allgemeinen Eingang bei den praktischen Aerzten zu finden. Die dabei gewonnenen Resultate sind deswegen besonders zuverlässige, da im menschlichen Harn nur äusserst selten Stoffe vorkommen, welche ebenfalls rechts drehen und diejenigen rechtsdrehenden Stoffe, welche eventuell als Medikamente oder mit der Nahrung zugeführt wurden, im Organismus zersetzt werden. Es wäre aber dabei noch zu berücksichtigen, dass im Harn, worauf unter Anderen besonders Haas die Aufmerksamkeit gelenkt hat, links drehende Stoffe vorhanden sein können, welche eventuell die auf optischem Wege gewonnenen Resultate in ihrer richtigen Beurtheilung beeinträchtigen könnten. Dieselben sind aber, wie darauf hingerichtete Untersuchungen ergeben haben, so gering, dass wenigstens für die Zwecke der Praxis aus ihrer Gegenwart kaum eine Fehlerquelle abgeleitet werden kann.

Für wissenschaftliche Zwecke, bei welchen es auf eine ausserordentliche grosse Genauigkeit der quantitativen Bestimmung ankommt, kann man auch diesen Fehler eliminieren, indem man durch successiven Zusatz von Hefe sämmtlichen Zucker vergährt und dann den Harn auf sein optisches Verhalten prüft. Man bestimmt dann mit den betreffenden optischen Instrumenten die Menge der links

drehenden Substanzen und bringt diese bei der Angabe des Endresultats in Rechnung. Die optischen Apparate sind im Verlauf der letzten beiden Dezennien ausserordentlich verbessert worden, so dass ihr Werth für die Praxis auch schon deswegen immer mehr gestiegen ist, weil mit einer grossen Zuverlässigkeit der Resultate eine leichte Handhabung derselben verbunden ist. Wir haben es uns zur Aufgabe gesetzt, alle im Laufe der letzten Zeit konstruirten Apparate (Polariskope, Polarimeter, Polaristrobometer) auf ihren Werth zu prüfen mit Ausnahme des in der allerersten Zeit von Mitscherlich angegebenen Apparats, welcher noch so mangelhatt ist, dass er durch die neueren Polarimeter längst überholt ist. Diese Apparate sind der Soleil-Ventzke'sche, fernerhin der besonders von Hoppe-Seyler empfohlene und verbesserte Wild'sche Polaristrobometer, fernerhin der Laurent-Mitscherlich'sche und zuletzt der Laurent'sche Halbschattenapparat.

Von den letzgenannten standen uns 2 Exemplare, das eine aus dem physikalischen Institut, das andere aus dem physiologischen zur Verfügung, welch letzteres nicht geringe Verbesserungen zeigt. Wir waren somit in der Lage, die Resultate beider Apparate mit einander zu vergleichen und zu untersuchen, ob dieselben übereinstimmen. Auf eine genaue Beschreibung der Construktion verzichten wir an dieser Stelle, weil dieselbe sich in den physikalischen Lehrbüchern findet. Wir werden nur bei den einzelnen Apparaten angeben, in welcher Weise die Ablesung der Resultate erfolgen muss.

Den betreffenden Apparaten sind Röhren zur Aufnahme der zu untersuchenden Flüssigkeit in verschiedener Grösse beigegeben und es sind dann quantitativ genau vorher bestimmte Zuckerlösungen mit den verschiedenen Apparaten auf ihr optisches Verhalten geprüft worden. Die betreffen-

den Lösungen, welche bei der Untersuchung durch die verschiedenen Apparate noch genaue Resultate gaben, wurden dann, um die Schärfe der Instrumente zu bestimmen, allmählich so stark verdünnt, bis, wenn wir uns so ausdrücken dürfen, die optische Reaktion aufhörte. Chemisch reiner Traubenzucker, von Kahlbaum in Berlin bezogen und auf seine Reinheit geprüft (er hinterliess bei der Veraschung nur einen minimalen Rückstand), wurde in einer bestimmten Menge destillirten Wassers gelöst, so dass man die procentische Zusammensetzung genau kannte, und diese Lösung zur Untersuchung verwendet. In gleicher Weise wurde Traubenzucker im normalen menschlichen Harn gelöst, und dieser dann ebenfalls auf seine optische Wirksamkeit sorgfältig geprüft. Es zeigte sich, dass der Harnfarbstoff oder andere im Harn vorhandene Substanzen das Resultat der Untersuchung nicht störten, so dass dasselbe mit den bei der reinen Zuckerlösumg gewonnenen Resultaten ziemlich genau übereinstimmte. Wir führen nun im Folgenden die dabei gewonnenen Resultate an:

Soleil-Ventzke'scher Apparat.

Der Apparat hat vor den übrigen den Vortheil, dass er bei gewöhnlichem mässig hellen Tageslicht benützt werden kann, während bei den späteren zu besprechenden Instrumenten jedesmal helles Natriumlicht zur Verwendung kommen muss.

Der Harn muss, wie dies übrigens auch vor der Benützung der anderen Apparate geschehen muss, ganz klar sein, ist dieses nicht der Fall, so muss es durch häufige Filtration erreicht werden.

Ist der Harn zu stark gefärbt, so dass er das Licht nicht in genügender Weise durchdringen lässt, so muss durch Thierkohle entweder die Entfärbung erfolgen oder durch Bleizucker. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass

bei der Filtration durch Thierkohle geringe Mengen von Zucker von der Kohle zurückgehalten werden, so dass später bei der Circumpolarisation natürlich geringere Mengen von Zucker gefunden werden, als dem thatsächlichen Verhalten entspricht.

Benutzt man bei dem betreffenden Apparat eine 2 cm lange Beobachtungsröhre, so zeigt 1 Strich, um welchen sich der Nonius von der Scala vom Nullpunkt an entfernt hat, gerade ein Procent Zucker in 100 Ccm Urin an.

Liegt der Nullpunkt des Nonius jedoch zwischen 2 Skalenstrichen, so muss man auf der nach rechts hin liegenden Theilung des Nonius einen Strich suchen, der mit irgend einem Skalenstrich zusammenfällt. Ist dies der Fall, so zählt man vom Nullpunkt des Nonius die Striche desselben bis incl. zu dem, welcher mit dem Scalenstrich zusammenfällt. Jeder Strich des Nonius gibt dann $^1/_{10}$ % Zucker an. Es werden somit die ganzen Procente auf der Skala, die Zehntel auf dem Nonius abgelesen, wozu man zweckmässig eine Lupe benützt. Bei einer 1 cm langen Beobachtungsröhre zeigt dagegen jeder Scalentheil 2 % und jeder Strich des Noninus $^2/_{10}$ % Zucker an. Der Soleil-Ventzke'sche Apparat hat im Vergleich zu den später construirten den Nachtheil, dass er, da es auf die Vergleichung von bestimmten Farbennüancen ankommt, von Farbenblinden nicht benutzt werden kann, aber auch diejenigen, welche Farben percipiren, brauchen längere Zeit, bevor sie übereinstimmende Resultate erhalten. Nach vergleichenden Untersuchungen, welche seinerzeit von Tscherinoff*) angestellt worden sind, unterliegt es keinem Zweifel, dass die mit diesem Apparat erhaltenen Zahlen oft dem wirklichen Gehalt an Zucker in der untersuchten Flüssigkeit nicht ganz entsprechen.

---

*) Zeitschrift für analyt. Chemie, Band 6 pag. 502.

Nach unseren darauf hingerichteten Untersuchungen ist die Schärfe des Apparats eine geringe, denn während man in einer 2 % Harnzuckerlösung noch ziemlich genaue und übereinstimmende Resultate erhält, ist das Ergebniss bei 1 % und unter 1 % kein übereinstimmendes mehr, so dass nicht geringe Mengen von Zucker des diabetischen Harns bei der Verwendung dieses Apparates dem Nachweis entgehen. Es ist somit derselbe trotz seiner leichten und bequemen Handhabung aus den angegebenen Gründen für den Praktiker nicht zu empfehlen.

Wild'scher Polaristrobometer.

Die Benützung des Wild'schen Apparates ergab genauere Resultate wie der vorige; doch war zur Erreichung derselben eine grössere Uebung nöthig, so dass anfangs nur Unterschiede bis zu halbprozentiger Zuckerharnlösung unterschieden werden konnten, die sich schliesslich bis zu drittelprozentiger steigern liessen. Der Hauptvorzug dieses Apparates gegenüber dem vorigen, bestehend darin, dass es hier nicht auf die Unterscheidung verschiedener Farben ankam, sondern auch die Differenzirung von Interferenzstreifen, wurde wieder durch den Nachteil aufgehoben, dass bei längeren Arbeiten sehr störende Nachbilder auftraten. Auch der hohe Preis des Apparates (400 Fr.) dürfte seiner allgemeinen Benutzung in der Praxis hinderlich sein. Die Proben wurden mit einer 22 ctm langen Röhre angestellt, deren Inhalt 27 Ccm betrug, in die der öfters filtrirte Harn gefüllt wurde. Bei hellem Natriumlicht ergab sich eine Abweichung bei einer Zuckerharnlösung von

$$1\ \% = 1^2/_3{}^0$$

Bei schwächeren Lösungen liessen sich noch Resultate mit ziemlicher Deutlichkeit bis zu $^1/_3$ % Zuckerharnlösung erzielen.

Die 3 zuletzt zu Untersuchungen benützten Apparate haben den gemeinsamen grossen Vortheil, dass das in 2 Hälften getheilte Gesichtsfeld einen direkten Vergleich etwaiger Unterschiede beider Hälften zulässt.

Der

Mitscherlich-Laurent'sche Apparat,

zu dessen Beleuchtung Natriumlicht erforderlich ist, bewährte sich bei den Untersuchungen vortrefflich und zeichnete sich namentlich durch seine scharfen Bilder aus. Die Eintheilung von Nonius und Scala ist dieselbe wie bei dem Soleil-Ventzke'schen Apparat und gestattet ein Ablösen von noch 6 Minuten.

Die beiden Untersuchungsröhren, die benützt wurden, zeigten folgende Maasse:

I. 11 Ccm Inhalt; 198,4 mm lang
II. 5,4 „ „ 99,2 „ „

Die unten angegebenen übereinstimmenden Resultate wiederholter Untersuchungen ergeben, dass der Apparat bei der längeren Röhre noch bis zu $^1/_2$ % Zuckerharnlösung deutliche Differenzen ergab, ein Resultat, das für den praktischen Arzt wohl genügen dürfte. Wir können deshalb diesen Apparat, der auch schon wegen seiner Billigkeit (Preis 120 Mark) und leichten Handhabung vorzuziehen ist, besonders zur Anschaffung für den prakt. Arzt empfehlen.

Controlversuche mit den gleichen Röhren im später zu beschreibenden neueren Laurent'schen Halbschattenapparat angestellt, ergeben wie folgt die gleichen Resultate:

		(Controlversuch mit dem Laurent'schen Apparat)
1 % Zuckerharnlösung:		
I. Röhre	$1^3/_4{}^0$	$1^3/_4{}^0$
II. „	1^0	1^0
$1^1/_2$ % Zuckerharnlösung:		
I. Röhre	$^1/_2{}^0$	$^1/_2{}^0$
II. „		

Die

Laurent'schen Halbschattenapparate

ergaben bei den Untersuchungen sehr genaue Resultate. Die Eintheilung von Nonius und Scala ist eine so vollkommene, dass sich direkt die Minuten ablesen liessen.

Die Schärfe der Gesichtsfelder, die auch wieder durch Natriumlicht erhellt wurden, war eine sehr grosse, so dass bei einer $^1/_8$ %, ja selbst bei $^1/_{10}$ % Zuckerharnlösung noch genaue Resultate verzeichnet werden konnten.

Beide Apparate ergeben dieselben übereinstimmenden Resultate und dürften beide als die vollendetsten und zu wissenschaftlichen Zwecken am geeignetsten Polarisationsapparate bezeichnet werden.

Der neuere der beiden Apparate zeigte in Bezug auf die Einstellung von Nonius und Scala bemerkenswerthe Verbesserungen, die in genau regulirter Stellschraube und beiderseits angebrachten Lupen bestand.

Die Maasse der benützten Untersuchungsröhren waren folgende:

I. Röhre $20^1/_2$ cm lang; 13 Ccm Inhalt.
II. „ 19 cm „ 14 „ „
III. „ 10 cm „ 5 „ „

Der Preis der von Schnudc und Hoensch hergestellten neueren Apparate beträgt 350 Mk.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind folgende:

Aelterer Apparat.

1 % Zuckerharnlösung	I. Röhre	$1^3/_4{}^0$
	II. „	$1^1/_2{}^0$
	III. „	$^3/_4{}^0$
$^1/_8$ % Zuckerharnlösung	I. „	$^1/_2{}^0$
	II. „	$^1/_2{}^0$
	III. „	$^1/_4{}^0$

Neuerer Apparat.

1 % Zuckerharnlösung	I. Röhre	$1^3/_4{}^0$
	II. „	$1^1/_2{}^0$
	III. „	$^3/_4{}^0$
$^1/_8$ % Zuckerharnlösung	I. „	$^1/_2{}^0$
	II. „	$^1/_2{}^0$
	III. „	$^1/_4{}^0$

Wenn wir ein Resümé ziehen aus obigen Arbeiten und Untersuchungen, deren Aufgabe es ja in erster Linie sein sollte, dazu beizutragen, dass die Polarisationsapparate auch bei den praktischen Aerzten sich immer mehr einbürgern möchten, so kommen wir zu folgenden praktischen Vorschlägen:

„Wir gestatten uns darauf aufmerksam zu machen, dass es namentlich in den Städten nicht schwer fallen dürfte, etwa in den ärztlichen Bezirksvereinen einen jener vortrefflichen so leicht zu handhabenden und so sicher arbeitenden Halbschattenapparate zur allgemeinen Benützung der Mitglieder aufzustellen.

Nach unsern Untersuchungen sind wir zu der Ansicht gekommen, dass der Mitscherlich-Laurent'sche Apparat, der für den Preis von 120 Mark zu kaufen ist, den Anforderungen der Praxis vollständig entsprechen dürfte, wobei noch der grosse Vortheil der leichteren Handhabung

besonders hervorzuheben wäre. Für wissenschaftliche Zwecke dagegen wiesen uns unsere Arbeiten auf die mit grösster Feinheit gearbeiteten und äusserst genaue Resultate gebenden Laurent'schen Apparate hin, von denen namentlich die neuere Construktion wegen der genaueren Einstellung und erleichterten Ablesung besonders zu empfehlen wäre.

Schliesslich erlaubt sich der Verfasser auch an dieser Stelle sich der angenehmen Pflicht zu entledigen, dem hochverehrten Herrn Professor Dr. Fleischer für die freundliche Unterstützung und praktischen Rathschläge seinen besten Dank auszusprechen.